

Сагынбек Молдир Жаркымбеккызы

студент

Орлов Алексей Вениаминович

канд. техн. наук, доцент

Стерлитамакский филиал ФГБОУ ВО «Уфимский университет

науки и технологий»

г. Стерлитамак, Республика Башкортостан

МЕДИЦИНСКИЙ ПРИБОР: ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАБОТЫ ДЕФИБРИЛЛЯТОРА

***Аннотация:** в статье рассматриваются термодинамические аспекты работы дефибриллятора как медицинского прибора, основанного на преобразовании электрической энергии и её частичном переходе в тепловую при воздействии на биологические ткани сердца.*

***Ключевые слова:** дефибриллятор, термодинамика, электрическая энергия, теплообмен, миокард, медицинская физика.*

Дефибриллятор является медицинским электрическим прибором экстренного назначения, применяемым для восстановления нормального сердечного ритма при фибрилляции желудочков и некоторых формах жизнеугрожающих аритмий. Его использование направлено на прекращение хаотической электрической активности миокарда путём кратковременного воздействия мощного электрического импульса, что позволяет синусному узлу вновь взять на себя функцию основного водителя ритма. Применение дефибриллятора имеет решающее значение в реанимационной практике и существенно повышает выживаемость пациентов при внезапной остановке кровообращения [1; 2].

С точки зрения медицинской физики и термодинамики дефибриллятор представляет собой систему, в которой происходит накопление, преобразование и передача энергии. Электрическая энергия предварительно накапливается в конденсаторе прибора, после чего за крайне короткий промежуток времени

передаётся организму пациента. В соответствии с первым законом термодинамики подведённая энергия не исчезает, а преобразуется в работу по изменению электрического состояния миокарда и частично в тепловую энергию, рассеиваемую в тканях грудной клетки и сердца [2; 3].

Прохождение электрического тока через биологические ткани сопровождается выделением тепла вследствие их электрического сопротивления. Данный процесс количественно описывается законом Джоуля-Ленца:

$$Q = I^2 R t,$$

где Q – количество выделившегося тепла, I – сила тока, R – электрическое сопротивление тканей, t – длительность электрического импульса. Поскольку избыточное тепловыделение может привести к повреждению тканей, в дефибрилляторах строго ограничивается длительность разряда, которая обычно составляет доли секунды [4].

С термодинамической точки зрения ткани организма являются открытой системой, в которой постоянно происходят процессы теплообмена с окружающей средой и кровотоком. Кровь играет важную роль в отводе тепла, способствуя снижению локального перегрева миокарда после дефибрилляционного разряда. Кроме того, использование современных биполярных импульсов позволяет более равномерно распределять энергию в объёме сердца, что снижает суммарные тепловые потери и повышает эффективность процедуры. Оптимизация параметров дефибрилляционного импульса с позиций термодинамики направлена на достижение максимального клинического эффекта при минимальном энергетическом воздействии. Это включает выбор формы импульса, величины энергии разряда и характеристик электродов. Такой подход позволяет обеспечить безопасность процедуры и снизить риск термического повреждения тканей при сохранении высокой эффективности восстановления сердечного ритма.

Список литературы

1. Вебстер Дж. Медицинская аппаратура: применение и проектирование / Дж. Вебстер. – М.: Техносфера, 2010. – 560 с.

2. Международное агентство по атомной энергии (МАГАТЭ). Медицинская физика в кардиологии. – Вена: МАГАТЭ, 2018. – 210 с.
3. Кац А. Физиология сердца / А. Кац. – СПб.: Питер, 2011. – 496 с.
4. Холл Дж.Е. Физиология человека: учебник / Дж.Е. Холл. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2021. – 832 с.